

## WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUN Internationales Büro

# INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

H01S 5/18

WO 00/52793 (11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

8. September 2000 (08.09.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE00/00543

- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. Februar 2000 (25.02.00)
- (30) Prioritätsdaten:

199 08 426.2

DE 26. Februar 1999 (26.02.99)

- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INFI-NEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53. D-81541 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIPIEJEWSKI, Torsten [DE/DE]; Hombergerweg 2, D-93049 Regensburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: INFINEON TECHNOLOGIES AG; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

#### Veröffentlicht

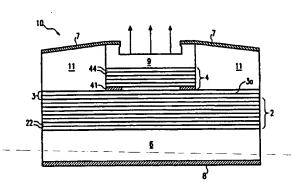
Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen

- (54) Title: VERTICAL RESONATOR LASER DIODE WITH A LIGHT ABSORBING LAYER
- (54) Bezeichnung: VERTIKALRESONATOR-LASERDIODE MIT EINER LICHTABSORBIERENDEN SCHICHT

#### (57) Abstract

The invention relates to a vertical resonator laser diode (10, 20). An active series of layers (3) is arranged between a first Bragg reflector layer series (2) and a second Bragg reflector layer series (4) in order to produce laser irradiation. Each Bragg reflector layer series is provided with a plurality of mirror pairs (22, 44). The two Bragg reflector layer series (2, 4) form a laser resonator. The two Bragg reflector layer series (2, 4) and the active series of layers (3) are arranged between a first (7) and a second electrical contact layer (8). One (4) of the two Bragg reflector layer series (2, 4) is partially permeable for laser irradiation which is produced in the active series of layers (3). At least one light absorbing layer (9) with a defined light absorption is arranged between the partially permeable Bragg reflector layer series (4) and the first electrical contact layer (7) or on the light emitting side of the first electrical contact layer (7).



#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt eine Vertikalresonator-Laserdiode (10, 20), bei der zwischen einer ersten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (2) und einer zweiten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (4), von denen jede eine Mehrzahl von Spiegelpaaren (22, 44) aufweist, eine aktive Schichtenfolge (3) zur Erzeugung von Laserstrahlung angeordnet ist, die beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) einen Laser-Resonator bilden, die beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) und die aktive Schichtenfolge (3) zwischen einer ersten (7) und einer zweiten elektrischen Kontaktschicht (8) angeordnet sind, eine (4) der beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) für die in der aktiven Schichtenfolge (3) erzeugte Laserstrahlung teildurchlässig ist, wobei mindestens eine lichtabsorbierende Schicht (9) mit einer definierten Lichtabsorption zwischen der teildurchlässigen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (4) und der ersten elektrischen Kontaktschicht (7) oder auf der Lichtaustrittsseite der ersten elektrischen Kontaktschicht (7) angeordnet ist.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

4.1	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AL AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Osterreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AU	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
AZ		-GE-	- Georgien	MD_	Republik Moldau	TG	Togo
BA-	Bosnien-Herzegowina	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BB	Barbados	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BE	Belgien	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BF	Burkina Faso	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BG	Bulgarien	IR	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BJ	Benin			MR	Mauretanien	UG	Uganda
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko		Amerika
CA	Kanada	ΙΤ	Italien			UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	zw	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neusceland	ZW	Zimbaowe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumanien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 00/52793 PCT/DE00/00543

#### Beschreibung

5

Vertikalresonator-Laserdiode mit einer lichtabsorbierenden Schicht

Die Erfindung betrifft eine Vertikalresonator-Laserdiode nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Vertikalresonator-Laserdiode ist grundsätzlich 10 aus der US-A-5,637,511 bekannt, die eine Struktur mit Bereichen hohen Widerstands zur Ladungsträgereinschnürung beschreibt, bei der die Lichtauskopplung durch das Substrat erfolgt.

Die Verwendung von Vertikalresonator-Laserdioden (VCSELs) in optischen Sendemodulen, wie z.B. PAROLI, erfordert oftmals einen relativ geringen differentiellen Quantenwirkungsgrad (DQE) des Bauelementes innerhalb enger Spezifikationsgrenzen. Dabei werden an die Reproduzierbarkeit der Fertigungsprozesse hohe Anforderungen gestellt. Zur Steigerung der Ausbeute wäre daher eine Einstellung des DQE nach dem epitaktischen Wachstum wahrend der Bauelemente-Prozessierung wünschenswert.

Ein weiteres Problem von VCSELs besteht darin, daß Reflexio25 nen der VCSEL-Ausgangsstrahlung an nahen Oberflächen, wie 
z.B. der Glasfaser-Stirnfläche, zu einem großen Rauschen des 
Bauelementes führen können, was die Leistungsfähigkeit optischer Datenübertragungssysteme limitiert.

Der DQE von VCSELs wird bislang durch die Eigenschaften der Halbleiterschichten bestimmt, die während des epitaktischen Wachstums auf dem Wafer abgeschieden werden. Um einen relativ niedrigen DQE zu erreichen, werden beispielsweise eine große Zahl von Schichtpaaren im Auskoppelspiegel des VCSELs verwendet. Dadurch steigt jedoch die interne optische Intensität im Vergleich zu der externen Strahlungsstärke an, was sich nachteilig auf die Lebensdauer der Bauelemente auswirken kann.

Die Rückwirkungsempfindlichkeit von VCSELs wurde bislang allenfalls durch externe optische Elemente, wie teilverspiegelte Linsen, verringert. Optische Isolatoren, wie sie in der optischen Nachrichtentechnik Verwendung finden, scheiden für Datenverbindungen über kurze Entfernungen aus Kostengründen aus.

Demgemäß liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vertikalresonator-Laserdiode zu schaffen, bei welcher der differentielle Quantenwirkungsgrad gezielt eingestellt werden kann und gleichzeitig die Rückwirkungsempfindlichkeit verringert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 15 gelöst.

In der hier zu beschreibenden Erfindung wird der nach außen sichtbare, externe DQE durch mindestens eine absorbierende Schicht verringert, die in der Umgebung der Oberfläche der Vertikalresonator-Laserdiode (VCSEL) angeordnet ist. Die absorbierende Schicht reduziert die Zahl der nach außen gelangenden Photonen durch Fundamentalabsorption.

Die Erzeugung der lichtabsorbierenden Schicht kann grundsätz-25 lich auf zwei unterschiedliche Arten in den Herstellungsprozeß des VCSEL eingebunden werden.

In der ersten Ausführungsart wird die lichtabsorbierende
Schicht-gewissermaßen-in-den VCSEL-monolithisch-integriert,

d.h. sie wird direkt im Anschluß an die Aufbringung der
lichtaustrittsseitigen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge vorzugsweise mit ein- und demselben Wachstumsverfahren mit einer
bestimmten Dicke auf diese aufgewachsen. Daran anschließend
wird eine lichtaustrittsseitige elektrische Kontaktschicht

auf die lichtabsorbierende Schicht aufgebracht und mit einer
Lichtaustrittsöffnung versehen. Dann wird die Lichtleistung
des VCSEL gemessen und der differentielle Quantenwirkungsgrad
bestimmt. Abwechselnd wird dann die lichtabsorbierende
Schicht im Bereich der Lichtaustrittsöffnung abgeätzt und die

Lichtleistung gemessen und dieser Verfahrensschritt wird so lange fortgesetzt, bis der gewünschte differentielle Quantenwirkungsgrad erreicht ist.

In der zweiten Ausführungsart wird der VCSEL fertigprozessiert und die lichtabsorbierende Schicht wird nachträglich auf die lichtaustrittsseitige elektrische Kontaktschicht aufgebracht. Die Einstellung der geeigneten Dicke kann wiederum auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen. Die lichtabsorbierende Schicht kann zum einen wie in der ersten Ausführungsart mit einer bestimmten ausreichenden Dicke aufgebracht und alternierend mit Lichtleistungsmessungen abgeätzt werden. Die lichtabsorbierende Schicht kann zum anderen schrittweise mit geringen Schichtdickeninkrementen und alternierend mit Lichtleistungsmessungen aufgebracht werden.

Für die in der heutigen optischen Datenübertragung wichtige Wellenlänge von 850nm kann in der ersten Ausführungsart als absorbierende Schicht z.B. eine bis zu mehrere µm dicke GaAs-Schicht verwendet werden. In der zweiten Ausführungsart kann beispielsweise amorphes Silizium durch ein geeignetes Abscheideverfahren aufgebracht werden.

20

Die absorbierende Schicht verringert neben dem differentiellen Quantenwirkungsgrad auch gleichzeitig die externe Steilheit des Bauelementes, ohne die interne Photonendichte nennenswert zu erhöhen. Außerdem werden externe Reflexionen, die
in den optischen Resonator des VCSELs zurückfallen, von dieser- absorbierenden Schicht gedämpft, so daß eine verbesserte
Stabilität des Bauelementes gegenüber externen Rückwirkungen
gegeben ist.

Im folgenden werden die zwei Ausführungsarten der vorliegenden Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten fertigprozessierten VCSELs näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 den epitaktischen Schichtaufbau einer erfindungsgemäßen Vertikalresonator-Laserdiode, die nach der ersten Ausführungsart hergestellt wurde;

WO 00/52793 4 PCT/DE00/00543

Fig.2 den epitaktischen Schichtaufbau einer erfindungsgemäßen Vertikalresonator-Laserdiode, die nach der zweiten Ausführungsart hergestellt wurde;

Die erste Ausführungsart gemäß Fig.1 zeigt den epitaktischen Schichtaufbau einer erfindungsgemäßen Vertikalresonator-Laserdiode 10, bei der eine lichtabsorbierende Schicht 9 in die Laserdiode monolithisch integriert ist.

10

15

20

25

5

Auf einem GaAs-Substrat 6 befindet sich eine erste, untere Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 2, die aus einzelnen identischen Spiegelpaaren 22 aufgebaut ist. Die Spiegelpaare bestehen jeweils aus zwei AlGaAs-Schichten unterschiedlicher Bandlücke. In gleicher Weise ist eine zweite, obere Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 aus entsprechenden Spiegelpaaren 44 aufgebaut. Zwischen der unteren und der oberen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge ist eine aktive Schichtenfolge 3 eingebettet, die eine aktive Zone 3a aufweist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Emissionswellenlänge der Laserdiode 850 nm. Auf der oberen Oberfläche der Laserdiode 10 befindet sich eine erste Metallisierungsschicht 7, die für den elektrischen Anschluß der p-dotierten Seite der Laserdiode 10 verwendet wird. Die erste Metallisierungsschicht 7 weist eine zentrale Öffnung für den Durchtritt der Laserstrahlung auf. Die n-dotierte Seite der Diode wird üblicherweise über eine am Substrat 6 kontaktierte zweite Metallisierungsschicht 8 elektrisch angeschlossen.

Die obere Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 enthält in dem Ausführungsbeispiel ein Spiegelpaar 44, welches eine sogenannte Stromapertur 41 enthält. Die Stromapertur 41 sorgt für eine laterale Strombegrenzung und definiert damit die eigentliche aktive lichtemittierende Fläche in der aktiven Zone 3a.

Der Stromfluß wird auf den Öffnungsbereich der Stromapertur 41 beschränkt. Somit liegt die lichtemittierende Fläche direkt unterhalb dieses Öffnungsbereichs in der aktiven Zone

3a. Die Stromapertur 41 kann in bekannter Weise durch partielle Oxidation der AlGaAs-Schichten des betreffenden Spiegelpaares oder durch Ionen- oder Protonenimplantation hergestellt werden.

5

10

15

20

25

30

Die obere Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 der Laserdiode 10 ist in Form einer Mesa-Struktur oberhalb der aktiven Schicht 3 strukturiert. Die mesaförmige obere Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 wird seitlich durch eine geeignete Passivierungsschicht 11 umschlossen.

Oberhalb der oberen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 ist eine lichtabsorbierende Schicht 9 aufgebracht, durch die eine gezielte Abschwächung der emittierten Lichtstrahlung durch Lichtabsorption eingestellt werden kann. Mit dieser Schicht 9 kann somit der differentielle Quantenwirkungsgrad (DQE) der Laserdiode gezielt eingestellt werden. Bei einer Emissionswellenlänge von 850 nm - wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel - bietet sich als Material für die lichtabsorbierende Schicht 9 GaAs mit einer Schichtdicke in der Größenordnung von einigen um an. Die GaAs-Schicht wird vorzugsweise mit den anderen Halbleiterschichten der Laserdiode zusammen aufgewachsen. Als Wachstumsverfahren dient MBE (Molekularstrahlepitaxie) oder MOCVD (metallorganische Gasphasenepitaxie). Obwohl die gewünschte Schichtdicke durch Einstellung der Wachstumsparameter relativ genau eingestellt werden kann, ist der differentielle Quantenwirkungsgrad das Produkt mehrerer Faktoren wie z.B. der Materialabsorption, die wiederum von der Dotierung abhängig ist. Daher erfolgt die Einstellung der DQE dadurch, daß die lichtabsorbierende Schicht 9 zunächst mit einer hinreichenden Schichtdicke aufgewachsen und anschließend teilweise wieder abgeätzt wird.

Das Bauelement wird also zunächst fertiggestellt und die emittierte Lichtleistung wird gemessen und daraus wird der DQE ermittelt. Dann wird die lichtabsorbierende Schicht im Bereich der Lichtaustrittsöffnung der ersten elektrischen Kontaktschicht teilweise abgeätzt, wobei die aufgebrachte Metallisierungsschicht 7 als Ätzmaske wirken kann. Bei dem in Fig.1 dargestellten Bauelement ist die in die GaAs-Schicht 9 geätzte Vertiefung und die geringfügigen Unterätzungen im Randbereich der Lichtaustrittsöffnung zu erkennen.

Die Herstellung der Mesa-Struktur der Laserdiode und die Erzeugung der Oxidapertur 41 erfolgt nach dem Aufwachsen der lichtabsorbierenden Schicht 9. Dann wird die Struktur mit der Passivierungsschicht 11 planarisiert und die erste Kontaktschicht 7 aufgebracht, worauf – wie bereits beschrieben – die Einstellung der Schichtdicke der lichtabsorbierenden Schicht durchgeführt wird.

In Fig.2 ist eine erfindungsgemäße Vertikalresonator-Laserdiode 20 dargestellt, die nach der zweiten Ausführungsart hergestellt wurde. Der Einfachheit halber sind für funktions- oder bedeutungsgleiche Elemente wie in Fig.1 die gleichen Bezugsziffern gewählt worden und deren Erläuterung wird hier weggelassen.

Bei dieser Ausführungsart wird der VCSEL fertigprozessiert und auf die lichtaustrittsseitige Bragg-Reflektor-Schichtenfolge 4 wird die erste elektrische Kontaktschicht 7 mit der Lichtaustrittsöffnung aufgebracht. Gewünschtenfalls 25 kann zunächst die Lichtleistung gemessen und der DQE des VCSEL bestimmt. Danach erfolgt die Aufbringung der lichtabsorbierenden Schicht 9, die in dieser Ausführungsart beispielsweise aus amorphem Silizium bestehen kann. Diese wird zunächst mit einem geeigneten Abscheideverfahren wie z.B. 30 Aufdampfen auf die Lichtaustrittsöffnung aufgebracht. Vorzugsweise wird die Schicht 9 durch eine geeignete Maskierung oder durch Lift-Off-Technik derart aufgebracht, daß sie die Lichtaustrittsöffnung bedeckt und die erste Kontaktierungsschicht 7 im Randbereich geringfügig überlappt. 35

Die geeignete Schichtdicke der lichtabsorbierenden Schicht 9 kann durch wechselweises Aufbringen der Schicht und Messen der Lichtleistung eingestellt werden, wobei der Verfahrensschritt beendet wird, wenn der gewünschte DQE erreicht ist. Es kann aber auch wie bei der ersten Ausführungsart zuerst eine ausreichende Schichtdicke aufgebracht werden und anschließend durch wechselweises Abätzen und Messen der Lichtleistung die geeignete Schichtdicke eingestellt werden.

10

35

#### Patentansprüche

- 1. Vertikalresonator-Laserdiode (10, 20), bei der
- zwischen einer ersten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (2) und einer zweiten Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (4), von denen jede eine Mehrzahl von Spiegelpaaren (22, 44) aufweist, eine aktive Schichtenfolge (3) zur Erzeugung von Laserstrahlung angeordnet ist,
- die beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) einen 10 Laser-Resonator bilden,
  - die beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) und die aktive Schichtenfolge (3) zwischen einer ersten (7) und einer zweiten elektrischen Kontaktschicht (8) angeordnet sind,
- eine (4) der beiden Bragg-Reflektor-Schichtenfolgen (2, 4) für die in der aktiven Schichtenfolge (3) erzeugte Laser-strahlung teildurchlässig ist,
  - dadurch gekennzeichnet, daß
- mindestens eine lichtabsorbierende Schicht (9) mit einer definierten Lichtabsorption auf der Lichtaustrittsseite der teildurchlässigen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (4) angeordnet ist.
  - 2. Vertikalresonator-Laserdiode (10) nach Anspruch 1,
- 25 dadurch gekennzeichnet, daß
  - die lichtabsorbierende Schicht (9) zwischen der teildurchlässigen Bragg-Reflektor-Schichtenfolge (4) und der ersten elektrischen Kontaktschicht (7) angeordnet ist.
- 30 3. Vertikalresonator-Laserdiode (20) nach Anspruch 1,
  - dadurch gekennzeichnet, daß
  - die lichtabsorbierende Schicht (9) auf der Lichtaustrittsseite der ersten elektrischen Kontaktschicht (7) aufgebracht ist.
  - 4. Vertikalresonator-Laserdiode (10, 20) nach Anspruch 2 oder 3,

#### dadurch gekennzeichnet, daß

5

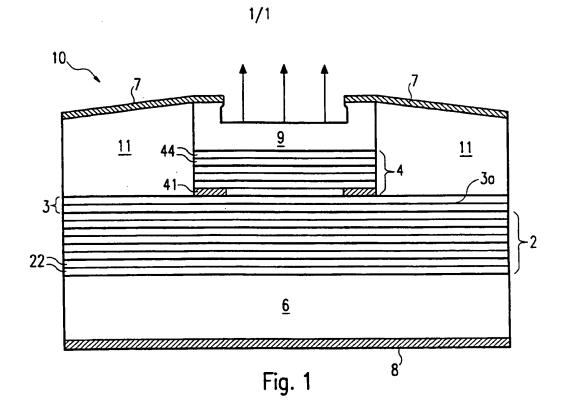
15

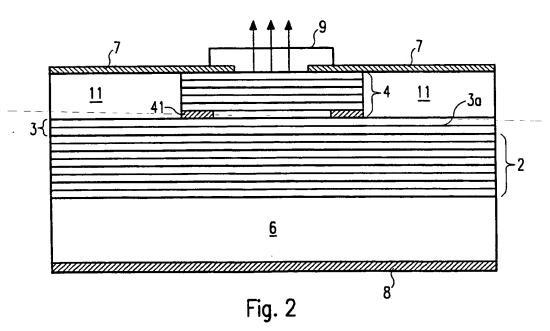
20

- die lichtabsorbierende Schicht (9) im Bereich der Lichtabaustrittsöffnung zur Einstellung der definierten Lichtabsorption gezielt abgeätzt ist.
- 5. Verfahren zur Herstellung einer Vertikalresonator-Laserdiode nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem
- auf ein Halbleitersubstrat nacheinander die erste BraggReflektor-Schichtenfolge, die aktive Schichtenfolge, die
  zweite Bragg-Reflektor-Schichtenfolge und die lichtabsorbierende Schicht mit einer bestimmten Dicke aufgebracht
  wird,
  - auf die lichtabsorbierende Schicht die erste elektrische Kontaktschicht mit einer Lichtaustrittsöffnung aufgebracht wird und auf die Substratrückseite die zweite elektrische Kontaktschicht aufgebracht wird,
  - die Lichtleistung gemessen und der differentielle Quantenwirkungsgrad bestimmt wird und die lichtabsorbierende Schicht im Bereich der Lichtaustrittsöffnung so lange abgeätzt wird, bis ein gewünschter differentieller Quantenwirkungsgrad erreicht ist.
  - 6. Verfahren zur Herstellung einer Vertikalresonator-Laserdiode nach Anspruch 1 oder 3, bei welchem
- 25 auf ein Halbleitersubstrat nacheinander die erste Bragg-Reflektor-Schichtenfolge, die aktive Schichtenfolge und die zweite Bragg-Reflektor-Schichtenfolge aufgebracht wird,
- auf die zweite Bragg-Reflektor-Schichtenfolge die erste 30 elektrische Kontaktschicht mit einer Lichtaustrittsöffnung aufgebracht wird, und auf die Substratrückseite die zweite elektrische Kontaktschicht aufgebracht wird,
  - im Bereich der Lichtaustrittsöffnung die lichtabsorbierende Schicht aufgebracht wird, wobei
- ontweder die lichtabsorbierende Schicht mit einer bestimmten Dicke aufgebracht, die Lichtleistung gemessen und der differentielle Quantenwirkungsgrad bestimmt

wird und die lichtabsorbierende Schicht im Bereich der Lichtaustrittsöffnung so lange abgeätzt wird, bis ein gewünschter differentieller Quantenwirkungsgrad erreicht ist,

oder die lichtabsorbierende Schicht schrittweise aufgebracht wird, wobei zwischendurch die Lichtleistung gemessen und der differentielle Quantenwirkungsgrad bestimmt wird, und der Verfahrensschritt beendet wird, sobald ein gewünschter differentieller Quantenwirkungsgrad erreicht ist.





	·		PC1/DE 00/00543
A. CLASSIF IPC 7	H01S5/18		
According to	International Patent Classification (IPC) or to both national classification	on and IPC	
B. FIELDS S			
	cumentation searched (classification system followed by classification	symbols)	
IPC 7	H01S	•	
Documentation	on searched other than minimum documentation to the extent that suc	h documents are inclu	ded in the fields searched
	ata base consulted during the international search (name of data base ternal, PAJ, INSPEC	and, where practical,	search terms used)
0.000	TO SOUCH PROPERTY TO BE DELEVANT		
C. DOCUME	NTS CONSIDERED TO BE RELEVANT  Citation of document, with indication, where appropriate, of the relev	Ant passages	Relevant to claim No.
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, or the relev	rant passages	TOWAR TO CLEMENTO.
A	EP 0 892 473 A (MITEL SEMICONDUCTO 20 January 1999 (1999-01-20) the whole document	OR AB)	1,5,6
A	the whole document	•	
А	US 5 838 715 A (TAN MICHAEL R ET 17 November 1998 (1998-11-17) abstract; figure 1	AL)	1,5,6
A	US 5 745 515 A (MARTA TERESA M E <sup>-</sup> 28 April 1998 (1998-04-28) column 6, line 18 -column 7, line figure 1		1,5,6
	-,	/	
1			
X Furt	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family	members are listed in annex.
• Special ca	ategories of cited documents :	Talater document put	plished after the international filing date
	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance	cited to understai	id not in conflict with the application but nd the principle or theory underlying the
"E" earlier	document but published on or after the international	invention "X" document of partic	ular relevance; the claimed invention
filing of	ent which may throw doubts on priority claim(s) or	involve an invent	ered novel or cannot be considered to ive step when the document is taken alone
citatio	in or other special reason (as specified)	cannot be consid	erial relevance; the claimed invention ered to involve an inventive step when the
	ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means	ments, such com	bined with one or more other such docu- bination being obvious to a person skilled
"P" docum	ent published prior to the international filling date but han the priority date claimed	in the art. "&" document membé	r of the same patent family
Date of the	actual completion of the international search	Date of mailing o	the international search report
1	7 July 2000	25/07/	2000
Name and	malling address of the ISA	Authorized officer	
	European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk		
	Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Claess	en, L

		<u> </u>
C.(Continu	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 112 (E-0897), 28 February 1990 (1990-02-28) & JP 01 310585 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 14 December 1989 (1989-12-14) abstract	1
A	BRIVIO F ET AL: "FEEDBACK EFFECTS IN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS: CHARACTERISTIC CURVE FOR SINGLE-MODE INGAASP LASERS" APPLIED OPTICS, US, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, vol. 31, no. 24, 20 August 1992 (1992-08-20), pages 5044-5050, XP000294668 ISSN: 0003-6935 page 5049	1,5,6

ational	Application No	
PCT/DE	00/00543	

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0892473	Α	20-01-1999	GB 2327297 A CA 2242853 A JP 11087846 A	20-01-1999 14-01-1999 30-03-1999
US 5838715	Α	17-11-1998	JP 10056233 A	24-02-1998
US 5745515	Α	28-04-1998	NONE	
JP 01310585	Α	14-12-1989	NONE	

#### a. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H01S5/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

#### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

IPK 7 HO1S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

A EP 0 892 473 A (MITEL SEMICONDUCTOR AB) 20. Januar 1999 (1999-01-20) A das ganze Dokument  A US 5 838 715 A (TAN MICHAEL R ET AL) 17. November 1998 (1998-11-17) Zusammenfassung; Abbildung 1  A US 5 745 515 A (MARTA TERESA M ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 6, Zeile 18 -Spalte 7, Zeile 8; Abbildung 1	20. Januar 1999 (1999-01-20) das ganze Dokument  US 5 838 715 A (TAN MICHAEL R ET AL) 17. November 1998 (1998-11-17) Zusammenfassung; Abbildung 1  US 5 745 515 A (MARTA TERESA M ET AL)	
US 5 838 715 A (TAN MICHAEL R ET AL) 17. November 1998 (1998-11-17) Zusammenfassung; Abbildung 1  US 5 745 515 A (MARTA TERESA M ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 6, Zeile 18 -Spalte 7, Zeile 8;	US 5 838 715 A (TAN MICHAEL R ET AL) 17. November 1998 (1998-11-17) Zusammenfassung; Abbildung 1  US 5 745 515 A (MARTA TERESA M ET AL)	1,5,6
28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 6, Zeile 18 -Spalte 7, Zeile 8;		
-/	Spalte 6, Zeile 18 -Spalte 7, Zeile 8; Abbildung 1	1,5,6

*Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :  - "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand-der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-	Theorie angegeben ist  "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf
scheinen zu lassen oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer	erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juli 2000	25/07/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Riiswilk	Bevollmächtigter Bediensteter
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Claessen, L

Formbiatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

Siehe Anhang Patentiamilie

	rci/	<del></del>
C.(Fortsetz Kategorie*	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN  Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erfordertich unter Angabe der in Betracht kommenden Tei	ile Betr. Anspruch Nr.
Rategorie	Carecuraing der Astonomicianist sower enough and under Mildane der in Central Mildane Lea	Dett. Alispiden (4).
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 112 (E-0897), 28. Februar 1990 (1990-02-28) & JP 01 310585 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 14. Dezember 1989 (1989-12-14) Zusammenfassung	1
A	BRIVIO F ET AL: "FEEDBACK EFFECTS IN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS: CHARACTERISTIC CURVE FOR SINGLE-MODE INGAASP LASERS"  APPLIED OPTICS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA,WASHINGTON,  Bd. 31, Nr. 24,  20. August 1992 (1992-08-20), Seiten 5044-5050, XP000294668 ISSN: 0003-6935 Seite 5049	1,5,6

PCT/DE 00/00543

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokum		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0892473	Α	20-01-1999	GB 2327297 A CA 2242853 A JP 11087846 A	20-01-1999 14-01-1999 30-03-1999
US 5838715	Α	17-11-1998	JP 10056233 A	24-02-1998
US 5745515	Α	28-04-1998	KEINE	
JP 01310585	Α	14-12-1989	KEINE	

# This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

# **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

☐ BLACK BURDERS
☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
☐ FADED TEXT OR DRAWING
BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
П отнер.

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.